

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 584 348

(21) N° d'enregistrement national :

85 10601

(51) Int Cl<sup>4</sup> : B 60 C 23/08; G 02 B 6/00, 6/42.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 2 juillet 1985.

(71) Demandeur(s) : DERRE André. — FR.

(30) Priorité :

(72) Inventeur(s) : André Derre.

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 2 du 9 janvier 1987.

(73) Titulaire(s) :

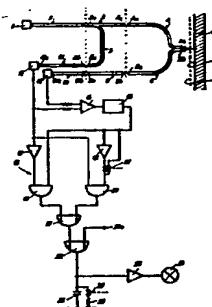
(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Germain et Maureau.

(54) Procédé de surveillance et de signalement de l'état d'écrasement des pneumatiques d'un véhicule en mouvement et  
dispositif pour sa mise en œuvre.

(57) Ce procédé consiste à comparer à chaque tour de roue  
l'énergie lumineuse d'un faisceau de référence effectuant un  
trajet déterminé à l'intérieur de la roue avec l'énergie d'un  
second faisceau lumineux effectuant à l'intérieur du pneumatique  
de la même roue un trajet susceptible d'entraîner des  
pertes ou des variations de couplages énergétiques, lorsque le  
pneumatique subit des déformations dans la zone de contact  
avec le sol, du fait d'un sous-gonflage et/ou d'une surcharge.

Les trajets du faisceau de référence et du second faisceau  
lumineux sont réalisés au moyen de fibres optiques respective-  
ment 2, 5, 11; 2, 3, 4, 8, 9, 10 et des moyens 12, 13, 16 sont  
prévus pour transformer l'énergie lumineuse reçue à travers les  
fibres optiques en signaux électriques et pour exploiter ceux-  
ci.



FR 2 584 348 - A1

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

## 1

**"Procédé de surveillance et de signalement de l'état  
d'écrasement des pneumatiques d'un véhicule en mouvement  
et dispositif pour sa mise en oeuvre."**

La présente invention a pour objet un procédé ainsi qu'un dispositif destiné à surveiller l'état d'écrasement des pneumatiques d'un véhicule en mouvement et notamment à déclencher une alarme de type quelconque lorsque l'état d'écrasement de ces pneumatiques devient critique du fait d'un sous-gonflage ou d'une surcharge de ceux-ci ou encore d'une combinaison de ces deux facteurs.

En effet le gonflage insuffisant ou une charge excessive des pneumatiques entraînent en roulant un suréchauffement de ceux-ci, qui peut devenir très important si la vitesse et/ou la température ambiante sont élevées et peut conduire à un éclatement de ces pneumatiques, outre l'augmentation de leur usure et de consommation de carburant liée à l'écrasement excessif de ces pneumatiques.

En outre, il s'avère que 9 à 11 % des accidents sur autoroute sont imputables aux pneumatiques, et que deux véhicules sur trois roulent avec des pneumatiques sous-gonflés.

Des dispositifs ont déjà été conçus pour signaler l'état des pneumatiques d'un véhicule automobile.

Ainsi par exemple, le brevet FR 2 543 069 montre un dispositif de détection de la pression à l'intérieur d'un pneumatique dans lequel la pression à l'intérieur de celui-ci est mesurée par un capteur et transformée en un signal lumineux qui est transmis en permanence à la partie "fixe" du véhicule par l'intermédiaire de deux câbles optiques disposés coaxialement dans l'axe du moyeu.

Dans un autre brevet FR 2 455 220, un élément piezoélectrique monté contre la paroi du pneumatique produit des signaux électriques lorsqu'une pression est exercée sur ce pneumatique du fait de la déformation du pneumatique, ces signaux étant transmis à la partie "fixe" du véhicule sous forme de signaux radioélectriques.

Enfin le FR 2 312 772 montre un dispositif de détection produisant un signal périodique indiquant un état normal ou un second signal indiquant un état anormal, et visant essentiellement à mesurer la pression à l'intérieur du pneumatique.

Dans tous ces dispositifs, la détection de l'état du pneumatique est basée sur une mesure de pression ou de variation de pression à l'inté-

rieur du pneumatique. Or celle-ci varie avec la température et la vitesse de rotation de la roue et de tels dispositifs basés uniquement sur la mesure d'une grandeur essentiellement variable sont peu fiables.

5 Le but de la présente invention est donc de prévoir un procédé et un dispositif qui soit fiable, relativement simple à mettre en place, peu coûteux et qui permette de surveiller et de signaler efficacement l'état d'écrasement des pneumatiques d'un véhicule.

10 Ce but est atteint en ce que le procédé selon l'invention consiste à comparer à chaque tour de roue l'énergie lumineuse d'un faisceau de référence effectuant un trajet déterminé à l'intérieur de la roue avec l'énergie d'un second faisceau lumineux effectuant à l'intérieur de cette même roue et de son pneumatique un contre trajet au cours duquel l'énergie lumineuse peut être modifiée, lorsque le pneumatique subit des déformations du fait d'un sous-gonflage ou d'une surcharge.

15 En effet, au cours du trajet du second faisceau lumineux, il se produit des pertes ou, au contraire, un gain d'énergie lumineuse de sorte que la comparaison des énergies des deux faisceaux lumineux permet de mettre en évidence une déformation du pneumatique.

20 En outre la comparaison des deux faisceaux lumineux issus de la même source et, par conséquent, le fait que l'on mesure une énergie différentielle et non pas absolue permet d'éliminer les effets des facteurs d'influence variables tels que la température, le temps, et, par conséquent, d'éliminer les risques d'erreurs liés à une brusque variation de ces facteurs.

25 Avantageusement, dans le dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, le trajet de chaque faisceau lumineux et la mesure de la déformation du pneumatique sont réalisés au moyen de fibres optiques.

30 Selon une forme de réalisation préférée, ce dispositif comprend au moins deux fibres optiques mobiles disposées à l'intérieur de la roue, chaque fibre optique étant apte à assurer la transmission respectivement du faisceau de référence et du second faisceau lumineux, une fibre optique fixe solidaire du châssis du véhicule, cette fibre optique fixe étant excitée par une source lumineuse disposée également sur le châssis et étant apte à venir en coïncidence avec une première extrémité des deux fibres optiques mobiles à chaque tour effectué par la roue, ainsi que deux fibres optiques fixes disposées à l'intérieur du châssis et aptes à venir aussi en coïncidence simultanée avec la seconde extrémité des fibres optiques respectivement à chaque rotation de la roue, des moyens étant en outre

prévus pour transformer l'énergie lumineuse reçue en signaux électriques et pour exploiter ceux-ci.

Différentes organisations des fibres optiques sont prévues pour permettre l'affaiblissement de l'énergie du second faisceau lumineux dans son trajet dans le pneumatique et le circuit de traitement du signal électrique comprend des moyens de temporisation permettant d'éliminer les variations accidentnelles dues par exemple à un mauvais état du sol.

De toute façon l'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques seront mises en évidence à l'aide de la description qui suit en référence au dessin schématique annexé en représentant plusieurs formes de réalisation :

Figure 1 est une vue schématique du dispositif selon une première forme de réalisation ;

Figure 2 est une vue similaire à figure 1 d'une seconde forme de réalisation ;

Figures 3 à 6 sont des vues schématiques illustrant différentes possibilités d'agencement des fibres optiques.

La figure 1 montre un premier schéma de réalisation du dispositif selon l'invention mis en place dans une des roues du véhicule.

Sur le châssis est disposée une source lumineuse (1) fixe qui excite une fibre optique (2) également fixe et disposée à l'intérieur du châssis du véhicule.

Cette fibre optique (2) est montée coaxialement à une première extrémité (3a) d'une fibre optique (3) mobile solidaire du moyeu de la roue. Cette fibre optique (3) est apte à venir en coïncidence avec la fibre optique (2) à chaque tour de la roue sur laquelle elle est montée.

La fibre optique (3) est dédoublée à l'intérieur du moyeu en deux fibres optiques (3c,5). La fibre optique (3c) éclaire le circuit de mesure, tandis que la fibre optique (5) éclaire le circuit de référence.

L'extrémité (3c) de la fibre optique (3) solidaire du moyeu est en coïncidence permanente avec l'extrémité (4a) de la fibre (4) solidaire de la roue. De même, la fibre optique (8) solidaire de la roue a son extrémité (8a) en coïncidence permanente avec l'extrémité (9b) de la fibre optique (9) solidaire du moyeu. Les parties extrêmes des fibres (4) et (8) placées à l'intérieur du pneumatique sont disposées côte à côte, parallèlement entre elles de telle sorte que leur extrémité commune se trouve à une certaine distance de la paroi interne du pneumatique (6) muni

d'une surface réfléchissante (7). L'énergie lumineuse conduite par les fibres (2), (3), (3c) et (4) à l'instant de la coïncidence (2), (3) est en partie renvoyée par la surface réfléchissante (7) dans la fibre optique (8).

5 La quantité d'énergie lumineuse recueillie par la fibre (8) varie avec la distance qui sépare les extrémités (4b) et (8b) de la surface réfléchissante (7).

10 Comme le montre la figure 1, lorsque le pneumatique (6) s'écrase du fait d'un sous-gonflage et/ou d'une surcharge de celui-ci, la surface réfléchissante (7) qui couvre la paroi interne est déplacée, par exemple, dans la position (7a) montrée en pointillés dans la figure, de sorte que le couplage énergétique augmente.

Il en résulte une plus grande quantité d'énergie lumineuse transmise par les fibres optiques (8) et (9).

15 Deux fibres optiques fixes (10) et (11) sont solidaires du châssis et recueillent à l'instant de la coïncidence spatiale de leurs extrémités (10b) et (11b) respectivement avec les extrémités (5a) et (9a) des fibres optiques (5,9) les énergies lumineuses du circuit de référence et du circuit de mesure à chaque tour de roue.

20 Chacune de ces fibres optiques (10, 11) est raccordée par son autre extrémité respectivement (10a, 11a) à un transducteur respectivement (12, 13) apte à transformer l'énergie lumineuse reçue en énergie électrique.

25 Les signaux électriques émis par les deux transducteurs (12,13) sont comparés dans un amplificateur différentiel à seuil (14) dont le signal de sortie commande un monostable (15) qui ne délivre une impulsion que si la différence entre les signaux d'entrée de l'amplificateur (14) est supérieure à un seuil déterminé.

30 Les signaux émis respectivement par le transducteur (13) et par le monostable (15) sont ensuite traités par un circuit logique de type classique (16) disposé à l'intérieur du châssis du véhicule. Ce circuit logique comprend deux inverseurs (17,18), deux portes ET (19,20) et deux portes OU (21,22).

35 Les entrées de la porte ET (19) sont reliées respectivement à la sortie du transducteur (13), après inversion de son signal par l'inverseur (17), et à la sortie du monostable (15). Les entrées de la porte ET (20) sont reliées respectivement à la sortie du monostable (15), après inversion de son signal, et à la sortie du transducteur (13).

Les sorties des deux portes ET (19, 20) sont reliées à l'entrée de la porte OU (21). De cette façon la sortie de la porte OU (21) n'est vraie que lorsque les valeurs des signaux de sortie des transducteurs (13) et (12) sont semblables, c'est-à-dire lorsque la paroi (7) s'est rapprochée des extrémités (4b,8b) des fibres optiques (4,8), du fait de la déformation du pneumatique (6).

La sortie de la porte OU (21) est également reliée à une entrée d'une autre porte OU (22) dont les autres entrées (22a) peuvent être formées par des signaux provenant des autres roues prises en surveillance par le dispositif.

De cette façon on obtient à la sortie de la dernière porte OU (22) un signal indiquant un mauvais fonctionnement de l'un quelconque des pneumatiques surveillés du véhicule.

Le signal de sortie de cette porte OU est adapté par l'amplificateur (23) et est ensuite envoyé dans un dispositif d'alarme tel qu'une lampe (24), une sirène ou autre.

Un circuit semi-intégrateur à résistance (25) et capacité (26) permet d'introduire une constante de temps dans le circuit et par conséquent de réaliser une certaine temporisation, destinée à éviter de fausses alarmes pouvant résulter d'irrégularités importantes du sol. Grâce à ce dispositif de temporisation, l'alerte ne sera effective qu'après un certain nombre de répétitions successives de l'anomalie.

Un choix judicieux des valeurs de la résistance (25) et de la capacité (26) permettront d'adapter la constante de temps et d'obtenir la temporisation désirée.

Bien entendu la temporisation pourrait être obtenue à l'aide de tout autre dispositif connu de temporisation, ou pourrait être remplacée par un système de comptage.

Des interrupteurs (27, 28) permettent de tester le circuit au niveau de chaque roue et durant le déplacement du véhicule.

Les figures 3 à 6 illustrent différentes possibilités de configurations des fibres optiques de mesure similaires aux fibres optiques (4, 8) dont les couplages ou les pertes d'énergie lumineuse de la source (1) sont susceptibles d'être modifiés, du fait d'une déformation. Sur chacune de ces figures 3 à 6 sont représentés la source lumineuse (1) placée à l'entrée du trajet lumineux et le transducteur (16) placé à la sortie de celui-ci.

Dans l'exemple montré à la figure 3, deux fibres optiques (33, 34) sont torsadées ensemble, ces fibres étant solidaires du flanc du pneumatique.

La source lumineuse (1) envoie des rayons lumineux à la fibre optique (33) qui par son couplage avec la fibre optique (34) transmet à cette dernière une partie de son énergie lumineuse.

En cas d'écrasement du pneumatique, l'énergie lumineuse obtenue en retour à la sortie de la fibre (34) sera modifiée, du fait de la modification du couplage entre ces deux fibres, ce qui permet de détecter un tel écrasement.

Dans le cas de la figure 4, trois tronçons de fibres optiques (40, 41, 42) sont disposés bout à bout le long de la paroi interne du pneumatique.

En cas d'écrasement du pneumatique l'alignement de ces fibres optiques (40, 41, 42) sera modifié et par conséquent l'énergie lumineuse transmise entre chaque fibre optique sera diminuée. La perte d'énergie lumineuse entre l'entrée du premier tronçon (40) et la sortie du dernier tronçon (42) permettra de déterminer l'état d'écrasement du pneumatique. Le nombre de tronçons n'est évidemment pas limité à trois.

Dans le cas de la figure 5, une seule fibre optique (46) est disposée contre la paroi interne du pneumatique. La source lumineuse (1) est placée à l'entrée de cette fibre (46) tandis qu'à sa sortie est disposé le transducteur (12).

Ainsi que le montre la figure 5, les rayons lumineux (45) issus de la source (1) sont réfléchis à l'intérieur de la fibre optique (46) tant que leur angle d'incidence  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$  par rapport à la normale à la paroi de celle-ci est supérieur à un certain angle limite  $\alpha$ , défini par la relation :

$$\sin \alpha = \frac{n_2}{n_1}$$

$n_2$  et  $n_1$  étant les indices de réfraction respectifs des matériaux constituant la gaine (47) et le cœur (48) de la fibre optique (46). Lorsque la courbure de la fibre optique (46) augmente, les angles d'incidence des rayons lumineux (10) diminuent, lorsque ces angles deviennent inférieurs à l'angle  $\alpha$ , le rayon lumineux n'est plus réfléchi à l'intérieur de la fibre optique (46) mais réfracté et sort de celle-ci, ce qui est le cas pour le rayon lumineux (49) ayant l'angle d'incidence  $\theta_5$ . Ainsi, un cintrage de la fibre optique (46), du fait d'une déformation du pneumatique, au

delà d'une certaine valeur limite, va entraîner une perte de l'énergie lumineuse à l'intérieur de la fibre optique (46) permettant de détecter la déformation du pneumatique.

5 La figure 6 montre une autre configuration utilisant l'effet de cintrage des fibres optiques.

Dans cet exemple, une fibre optique (50) est disposée entre deux plaques (51, 52) présentant sur leurs faces en regard des profils ondulés (51a, 52a) complémentaires.

10 La profondeur de pénétration des ondulations (51a, 52a) et leur périodicité dépendent de la dimension de la fibre optique (50). L'une des plaques (51, 52) est fixée sur la paroi intérieure du pneumatique. Les deux plaques ne pouvant glisser l'une par rapport à l'autre, toute variation de courbure de l'ensemble entraîne un rapprochement des plaques dans la partie centrale.

15 Ces plaques ondulées (51, 52) permettent d'amplifier l'effet de cintrage de la fibre optique (50) par rapport à l'exemple de réalisation montré à la figure 5 et par conséquent d'augmenter les pertes lumineuses de ces fibres optiques en cas d'écrasement du pneumatique. Ce qui facilite la détection d'un tel phénomène.

20 Les différentes dispositions des fibres optiques montrées dans ces figures 3 à 6 pourraient bien évidemment remplacer la disposition des fibres (4,8) et la surface réfléchissante (7) montrées à la figure 1.

25 La figure 2 montre un second schéma de réalisation du dispositif selon l'invention, similaire à celui de la figure 1, et dans lequel le senseur à fibre optique et le circuit de traitement du signal ont été modifiés. Pour plus de simplicité, les éléments de cette figure 2 identiques à ceux de la figure 1 seront donc désignés par les mêmes références que dans celle-ci.

30 De même que dans l'exemple de la figure 1, une source lumineuse (1) excite une fibre optique (2) disposée coaxialement à une fibre optique (3) qui se dédouble en deux fibres optiques (3c,5), la fibre (3c) étant prolongée par la fibre (29). Dans ce cas, la fibre (29) présente seulement à titre d'exemple trois ondulations (29a) d'un senseur organisé suivant les données du senseur de la figure 6.

35 De même que dans l'exemple précédent les sorties de chaque fibre optique (5,9) coïncident à chaque tour de roue avec deux fibres optiques fixes (11,10) reliées chacune à un transducteur respectivement

(13,12).

5 Comme on l'a vu précédemment, l'écrasement du pneumatique porteur du senseur représenté schématiquement en (29a) va entraîner une augmentation des pertes de l'énergie lumineuse introduite dans la fibre (3c), donc une diminution du signal électrique délivré par le transducteur (12).

10 Le circuit d'exploitation des signaux électriques comprend, comme le schéma de la figure 1, un amplificateur différentiel à seuil (14) et un monostable (15) dont le signal de sortie est traité avec celui du transducteur (13), par le circuit logique (30).

15 Le circuit logique (30) comprend, de même que le circuit (1) deux portes ET (19,20), deux portes OU (21,22), et deux circuits inverseurs (17,18), l'inverseur (18) ne servant que pour la fonction test au cours du roulage commandée par les interrupteurs (27,28).

20 De même que dans le circuit de la figure 1, on obtient à la sortie de la porte OU (22) un signal représentatif de l'état du pneumatique qui est ensuite envoyé dans le dispositif d'alarme (24) temporisé comme expliqué dans le texte relatif à la figure 1.

25 Bien entendu, les positions des fibres optiques, dont le couplage énergétique est susceptible d'être modifié lors de l'écrasement du pneumatique, seront prédéterminées en fonction du pneumatique et du type de véhicule sur lequel est monté le dispositif.

30 Comme il va de soi, la présente invention ne se limite pas aux seules formes de réalisation montrées ici à titre d'exemples non limitatifs, mais en embrasse au contraire toutes les formes de réalisation similaire ou équivalentes.

C'est ainsi que les circuits de traitement des signaux provenant des transducteurs pourraient être réalisés tout autrement, de façon par exemple à fournir également une identification de la roue sous-gonflée, sans que l'on sorte pour autant du cadre de la présente invention.

## REVENDICATIONS

1- Procédé de surveillance et de signalement de l'état d'écrasement d'un pneumatique, caractérisé en ce qu'il consiste à comparer à chaque tour de roue l'énergie lumineuse d'un faisceau de référence effectuant un trajet déterminé à l'intérieur de la roue avec l'énergie d'un second faisceau lumineux effectuant à l'intérieur du pneumatique de la même roue un trajet susceptible d'entraîner des pertes ou des variations de couplages énergétiques, lorsque le pneumatique subit des déformations dans la zone de contact avec le sol, du fait d'un sous-gonflage et/ou d'une surcharge.

2- Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le trajet de chaque faisceau lumineux et l'élément sensible sont réalisés au moyen d'au moins une fibre optique.

3- Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux fibres optiques mobiles (5,3c) disposées à l'intérieur de la roue, chaque fibre optique (5,3c) étant apte à assurer la transmission respectivement du faisceau de référence et du faisceau lumineux de mesure, une fibre optique fixe (2) disposée à l'intérieur du châssis du véhicule, cette fibre optique fixe étant excitée par une source lumineuse (1) disposée également à l'intérieur du châssis et étant apte à venir en coïncidence avec une première extrémité commune (3a) des deux fibres optiques mobiles (3c,5) à chaque tour effectué par la roue, ainsi que deux fibres optiques fixes (11,10) disposées à l'intérieur du châssis et aptes à venir en coïncidence avec la seconde extrémité des fibres optiques respectivement (5a,9a) à chaque rotation de la roue, des moyens (12, 13, 16, 30) étant en outre prévus pour transformer l'énergie lumineuse reçue en signaux électriques et pour exploiter ceux-ci.

4- Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que chacune des fibres optiques (10, 11) est raccordée par ses extrémités respectivement (10a, 11a) à un transducteur respectivement (12, 13) et en ce que les signaux électriques émis par les deux transducteurs (12, 13) sont ensuite traités dans un circuit logique de type classique disposé à l'intérieur du châssis du véhicule.

5- Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit logique (16, 30) comprend une porte OU (21) dont la sortie n'est vraie que lorsque l'écrasement du pneumatique excède un seuil fixe ou qu'on procéde à un test du dispositif.

## 10

6- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le faisceau lumineux de mesure passe par couplage dans deux fibres optiques (33, 34) accolées au flanc du pneumatique, le couplage entre ces fibres optiques étant susceptible d'être modifié 5 en cas d'écrasement du pneumatique.

7- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le faisceau lumineux de mesure passe dans une seule fibre optique (29, 46) disposée contre la paroi interne du pneumatique, cette fibre optique (29, 46) étant susceptible de subir des pertes 10 lumineuses à partir d'une courbure déterminée.

8- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le faisceau lumineux de mesure passe dans plusieurs tronçons (40, 41, 42) de fibres optiques, disposés bout à bout contre la paroi interne du pneumatique et susceptibles d'être désorientés lors d'une 15 déformation de celui-ci.

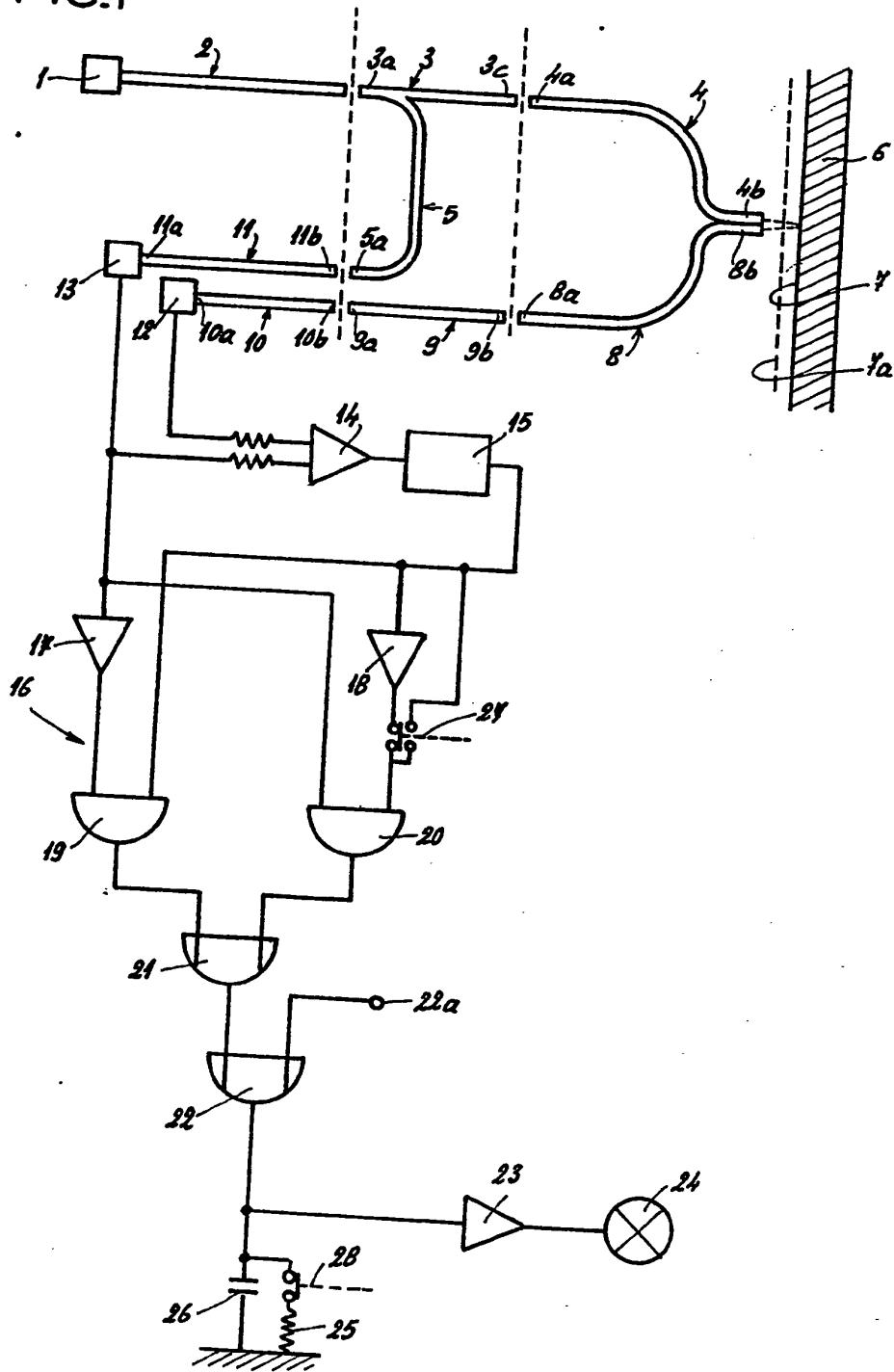
9- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le faisceau lumineux de mesure passe dans une fibre optique (50) disposée entre deux plaques (51, 52) présentant sur leurs faces en regard des profils ondulés (51a, 52a) complémentaires, 20 une des plaques (51, 52) étant fixée à la paroi du pneumatique et étant apte à être rapprochée de l'autre plaque (52, 51) lors d'une déformation de ce pneumatique.

10- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la position des fibres optiques, dont le 25 couplage énergétique est susceptible d'être modifié lors de l'écrasement du pneumatique, est prédéterminée en fonction du type de pneumatique et du véhicule sur lequel il est monté.

Ω 1.1/3

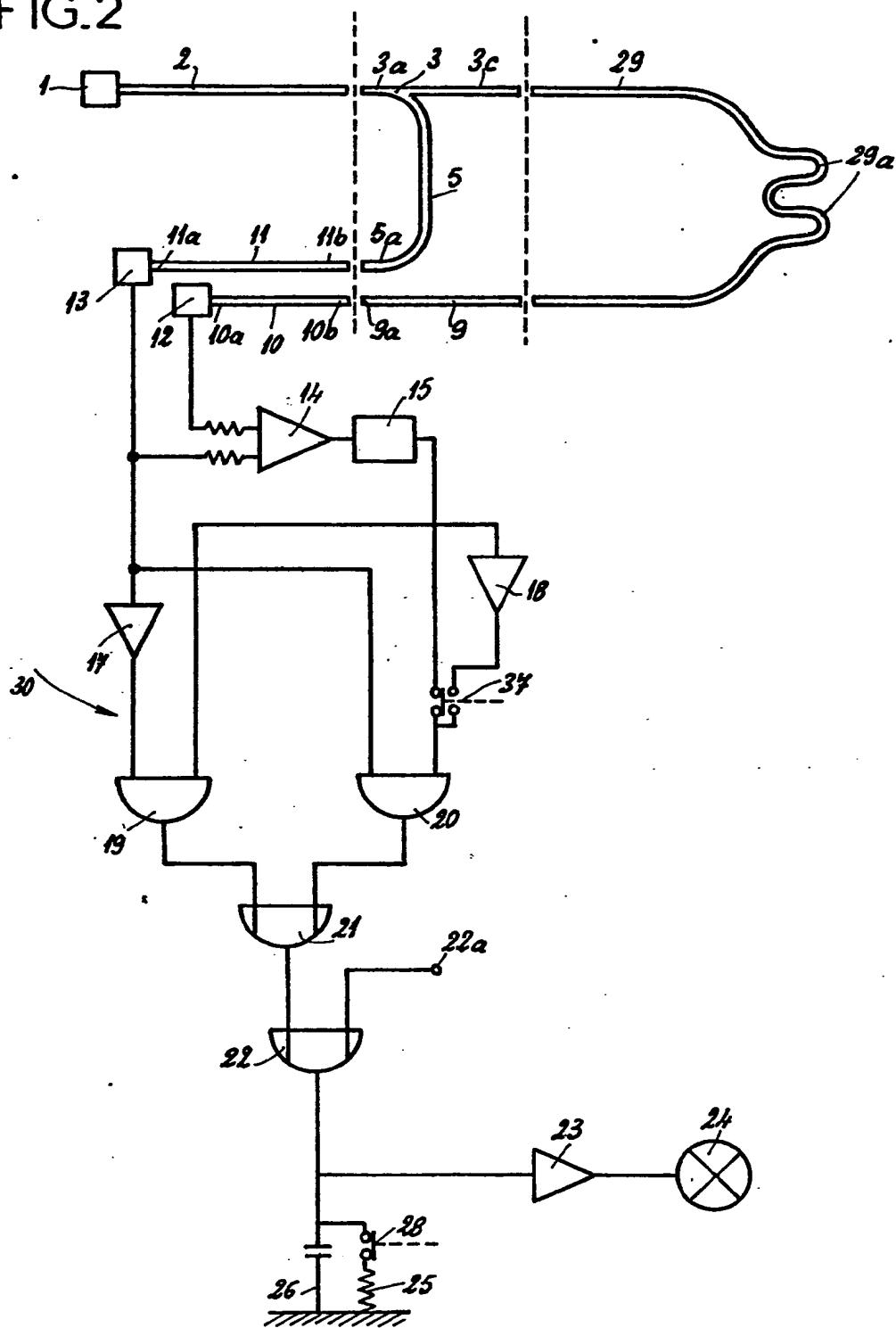
2584348

FIG.1



PL. 2/3

FIG.2



2584348

PL. 3/3

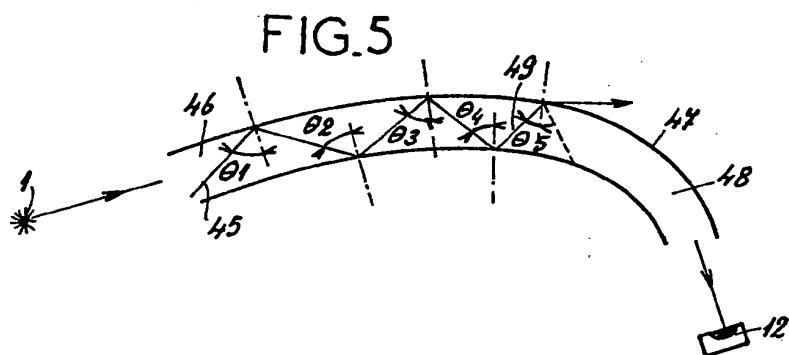
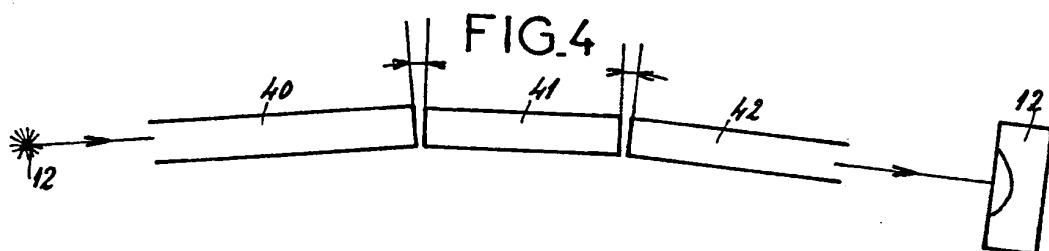
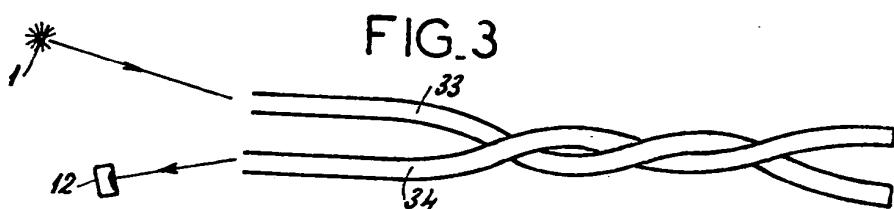


FIG. 6

